

DADOS PRELIMINARES  
SOBRE O ESTADO TRÓFICO  
DA LAGOA DAS SETE CIDADES

por

J. MEDEIROS, G. FLORES e F. RIBEIRO  
Laboratório de Ecologia Aplicada  
Secção de Química  
Univ. dos Açores, 9500 Ponta Delgada

RESUMO

Uma vez que nos últimos tempos se têm notado vários índices de eutrofização nas Lagoas de S. Miguel, foi iniciado um trabalho sob o ponto de vista químico com o fim de caracterizar as mesmas. Esse estudo foi começado na Lagoa das Sete Cidades havendo já alguns parâmetros determinados.

Foi localizada a principal fonte de poluição das Lagoas — na vila das Sete Cidades — assim como, uma desoxigenação acentuada nestas Lagoas monomícticas no Verão e Outono.

SUMMARY

Signs of eutrophication have been noticed recently on the lakes of São Miguel, Azores.

Our work started with the characterization of the Sete Cidades lake, using several chemical parameters. The main

source of pollution was determined to be located on the village of Sete Cidades. A drop in oxygen was noticed in these monomictic lakes during Summer and Autumn.

## 1 — INTRODUÇÃO

Todos os lagos estão sujeitos a um processo de envelhecimento natural no qual a acumulação gradual de detritos e de matéria orgânica provoca a transformação do lago em pântano.

Os lagos jovens (oligotróficos) apresentam baixas concentrações em nutrientes, produtividades de vegetação aquática superior muito pequenas, águas claras, frias e oxigenadas até ao fundo (PESSON, 1976).

Estes lagos adquirem, a partir das suas bacias de drenagem, lodo, minerais e outros nutrientes, tais como, fósforo e azoto. Este aumento em nutrientes origina um aumento na produtividade biológica.

Por outro lado vão-se acumulando detritos orgânicos no fundo dos lagos tornando-os menos profundos e mais férteis, uma vez que a matéria orgânica é convertida em inorgânica por diversas bactérias. Os lagos tornam-se pouco transparentes, com os fundos ricos em matéria orgânica facilmente putrescível, desprovidos de oxigénio durante uma parte do ano (Verão e Outono) tornando-se redutores e dando origem à formação de dióxido de carbono, compostos amoniacais e sulfurados. Os lagos estão no estado eutrófico.

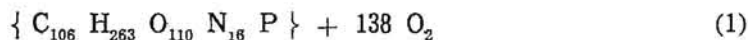
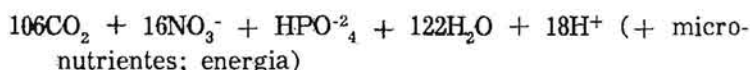
O homem, pela adição de desperdícios nutritivos aos lagos (erosão acelerada, dejeções, resíduos orgânicos, fertilizantes, detergentes, etc.) acelera este processo natural (eutrofização natural) transformando-o em eutrofização *cultural*.

HASLER (1947) mostra como a eutrofização *cultural* acelera o processo. Este que naturalmente ocorreria em centenas

de milhares de anos passa a dar-se em algumas décadas ou menos (BASSOW, 1976).

Num sistema ecológico existe uma interacção mútua entre os organismos redutores e consumidores de tal maneira que se chega a um estado de equilíbrio entre a fotossíntese e a respiração, isto é, entre a produção e decomposição de matéria orgânica.

Este balanço produz um fornecimento em oxigénio constante. O estado estacionário entre a produção fotossintética —  $P = dp/dt$  ( $P$  — velocidade de produção de matéria orgânica e  $p$  — biomassa de algas) — e a respiração heterotrófica — ( $R$  — velocidade de destruição da matéria orgânica) — pode ser caracterizada em termos simples por uma equação química (MITCHEL, 1972):



protoplasma de algas

Através da reacção (1) nota-se que para haver produção de matéria orgânica é necessário a existência de P, N, C e micro-nutrientes. Segundo LEE (1973, 1978) e VOLLENWEIDER (1974) o elemento que usualmente controla a produção de matéria orgânica é o fósforo.

Por outro lado, a fotossíntese para se dar necessita de energia luminosa, pelo que se costuma dividir os lagos em zona eufótica (onde se dá a fotossíntese) e zona profunda. Quanto maior for a transparência das águas dum lago, maior profundidade terá a zona eufótica.

Nota-se ainda (pela reacção 1) que ao haver a decomposição da matéria orgânica o oxigénio é consumido. Assim, se houver estratificação térmica, (COLE, 1975), as águas do lago

formarão camadas imiscíveis e a mais profunda (hipolimnion) não poderá produzir oxigênio pelo que se irá desoxigenando à medida que a matéria orgânica se for aí acumulando. Se a matéria orgânica aí acumulada já tiver uma concentração elevada, o hipolimnion ficará anaeróbio durante a estratificação térmica. É um dos índices de eutrofização mais utilizados.

Pelo exposto, tentámos, sob um ponto de vista químico, determinar o estado trófico das Lagoas das Sete Cidades com base nos parâmetros mencionados.

## 2 — DADOS MORFOLÓGICOS

A Lagoa das Sete Cidades é constituída por duas lagoas — Lagoa Azul e Lagoa Verde — que estão entre si ligadas todo o ano. Situada na Caldeira das Sete Cidades (Fig. 1), na parte ocidental da ilha de São Miguel, com um diâmetro aproximado de 5 Km, e uma área de 18 Km<sup>2</sup>, segundo cartografia de M. A. Machado de Faria e Maia (BARROIS, 1896).

Existente há 4000 anos, a vegetação original foi na sua maior parte destruída (FRIES, 1968), por terem ocorrido desde então, pequenas erupções como, por exemplo, em 1638 e 1811 A. D. (AGOSTINHO, 1960).

A precipitação média anual é de cerca de  $1,8 \times 10^3$  mm/ano (S.R.E.S.).

A Lagoa Azul, a uma altitude de 260 m, com uma superfície de 3,6 Km<sup>2</sup>, situa-se a Norte da bacia hidrográfica. A carta batimétrica apresentada (Fig. 2) mostra que a parte norte desta Lagoa é a zona mais profunda chegando a atingir os 33 m em alguns locais, sendo a profundidade média de 17 m.

Segundo (FRIES, 1968) os sedimentos desta Lagoa são constituídos na sua maior parte por uma camada de 0,5 m de «lodo» orgânico sobre areia e cascalho. Na parte oeste da Lagoa a camada orgânica atinge 1,0 metro.

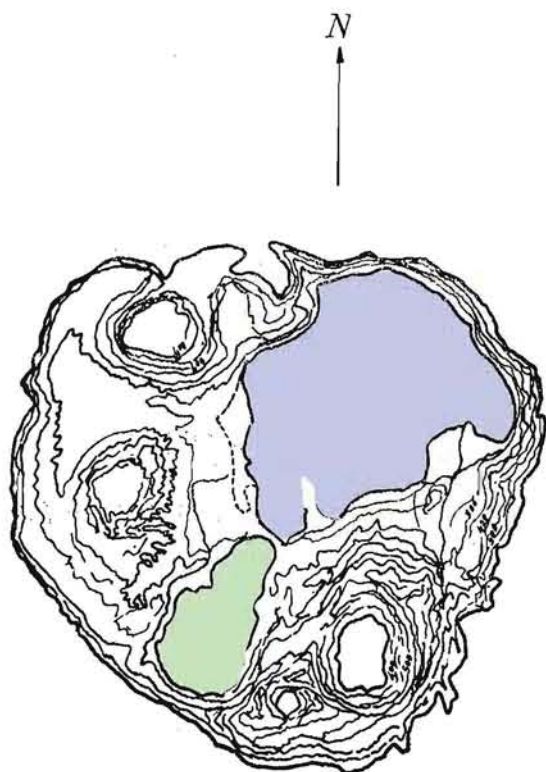
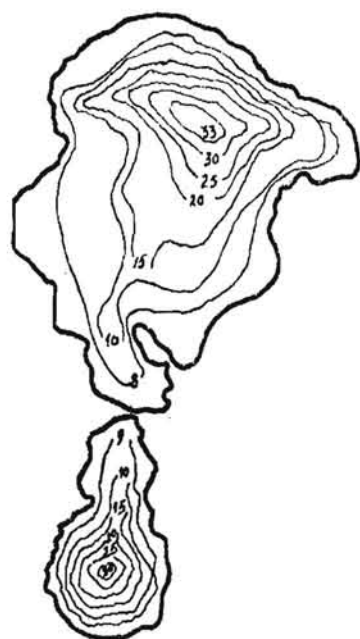


Fig. 1 — Bacia hidrográfica da Caldeira das Sete Cidades

A sedimentação deve ter sido maior ou começado mais cedo nas zonas mais profundas da lagoa (FRIES, 1968).

O escoamento das águas da Lagoa (com o fim de manter o nível) é feito por um túnel artificial que nos últimos anos tem escoado cerca de  $2,0 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$  (SRES).

A Lagoa Verde também a uma altitude de 260 m, com  $0,86 \text{ Km}^2$  de superfície, ocupa a parte Sul da bacia hidrográfica (Fig. 1). A parte Sul da Lagoa é mais profunda (Fig. 2) chegando a atingir os 30 m em alguns locais, sendo a profundidade média de 22 m.



### L. AZUL

Profundidade máxima...33m

Profundidade média...17m

### L. VERDE

Profundidade máxima...30m

Profundidade média...22m

Fig. 2 — Carta batimétrica

## 3 — CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS

### 3.1 — Métodos de estudo

Foram seleccionadas 3 estações de amostragem na Lagoa Verde e 4 na Lagoa Azul (Fig. 3), escolhidas de maneira a cobrir as Lagoas e ao mesmo tempo haver zonas de profundidades diferentes. Aí foram recolhidas amostras de água para serem analisadas no laboratório. Quando possível, foram determinados no local outros parâmetros.

### 3.2 — Técnicas utilizadas

a) Transparência — foi medida com a ajuda dum disco de Secchi com 20 cm de diâmetro (HALL e colab., 1978).

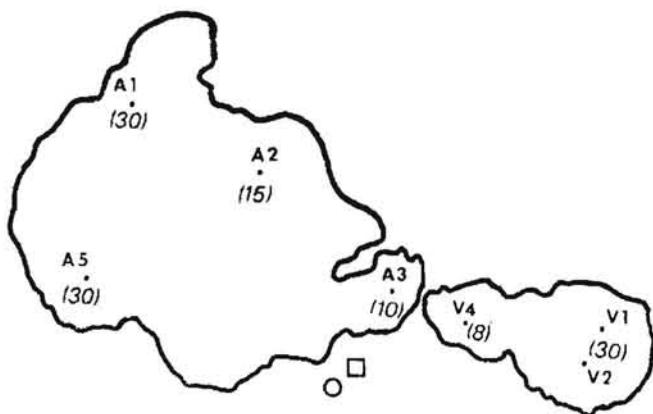


Fig. 3 — Estações de amostragem

- Vila
- Lixeira

b) Temperatura e Oxigénio Dissolvido — determinados com um Medidor de Oxigénio Dissolvido Y.S.I. Model 51 B, em que o oxigénio dissolvido é determinado por polarografia através dum eléctrodo de membrana (STANDARD METHODS, 1976).

c) Conductividade — determinada no local à superfície com um medidor de conductividade da TOA modelo CM-1K equipado com um eléctrodo de platina.

d) Composição química das águas:

— *Fósforo total, Fósforo hidrolisável e Ortofosfatos* — foram determinados com um espectrofotómetro da Bausch & Lomb modelo Spetronic 88, pelo método do cloreto

de estanho, usando o processo de digestão pelo persulfato de amónio para determinar o fósforo total (STANDARD METHODS, 1976) (METHODS OF CHEMICAL ANALYSES OF WATER AND WASTES, 1974).

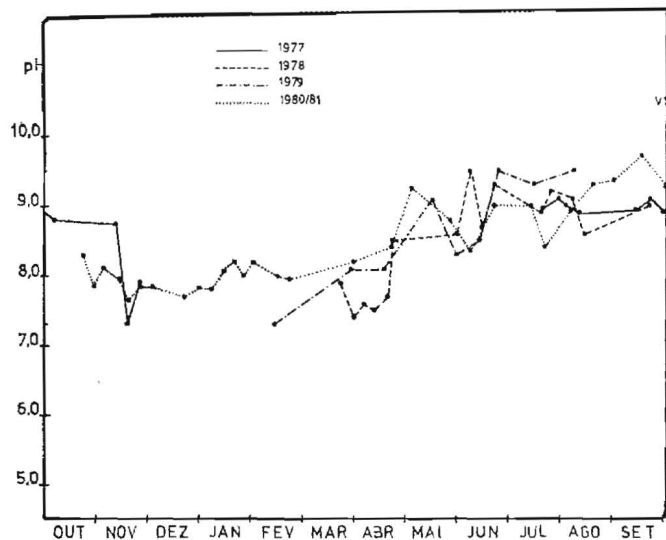
- *Nitratos* — determinados com um espectrofotómetro Coleman Junior II da Perkin Elmer modelo 6/20. O método utilizado foi o da brucina (STANDARD METHODS, 1976 e METHODS OF CHEMICAL ANALYSES OR WATER AND WASTES, 1974).
- *pH* — determinado electrometricamente com os medidores de *pH* da Metrohm modelos 605, E580 ou E520.
- *Cálcio, Magnésio* — foram determinados com um «Direct reading Engineer's Laboratory (DR-EL) da Hach. O cálcio e o magnésio por titulação com EDTA.

#### 4 — RESULTADOS E DISCUSSÃO

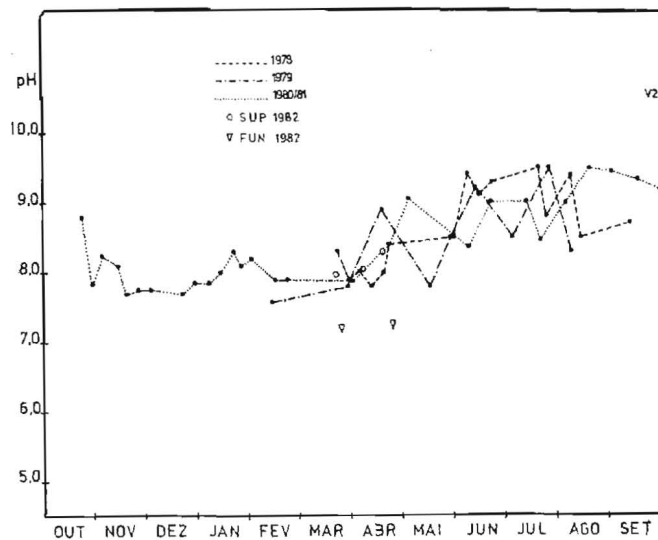
##### 4.1 — *pH*

Os resultados encontram-se nas Figs. 4 e 5. Como se vê a água é alcalina variando o *pH*, à superfície, entre 7,3 e 9,6. É de notar ainda o aumento de *pH* (em alguns casos da ordem de 1 unidade) na Primavera e Verão.

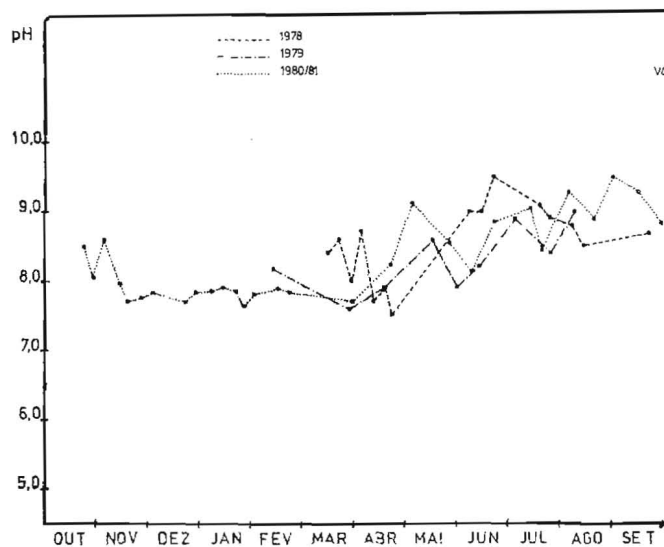
Tal variação não admira, uma vez que é precisamente nessa altura que a actividade fotossintética se manifesta com maior intensidade na zona eufótica (RESTITUTO, 1978), resultando daí um maior consumo de dióxido de carbono (A.H.L., 1968) (ou ácido carbónico; ver reacção 1). Nota-se ainda que os valores de *pH* no fundo são mais baixos. Isto é devido à decomposição de fitoplâncton assim como a uma actividade respiratória intensa (BAUMAN, 1978) resultando assim uma acumulação de dióxido de carbono (PESSON, 1976).



(a)



(b)



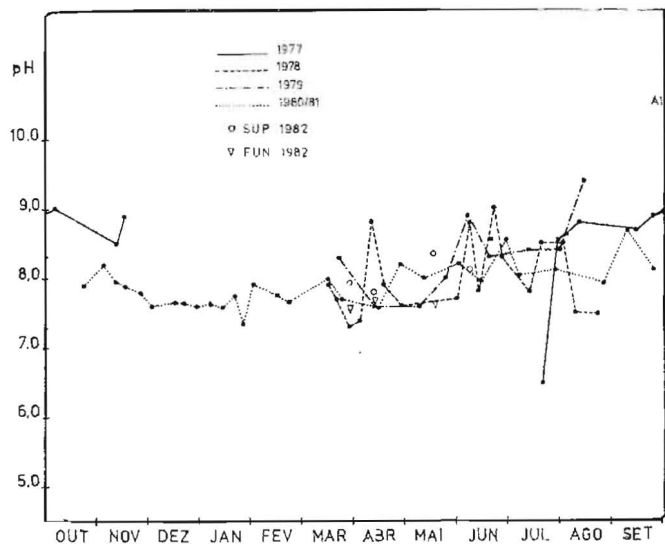
(c)

Fig. 4 — Valores de pH na Lagoa Verde

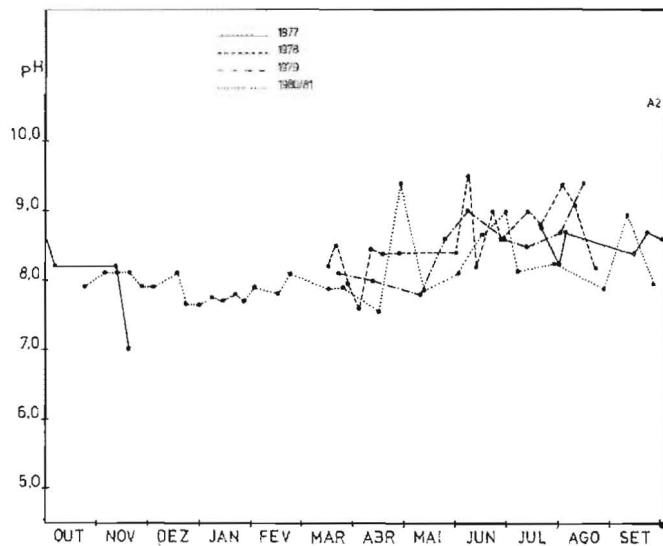
a) Estação V1

b) Estação V2

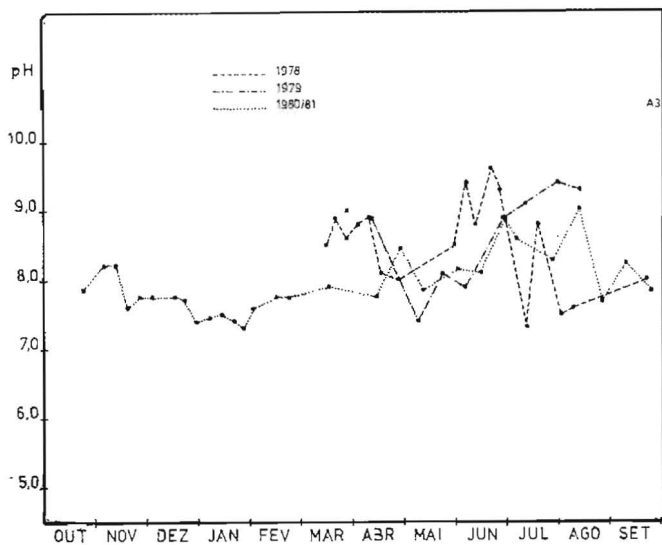
c) Estação V4



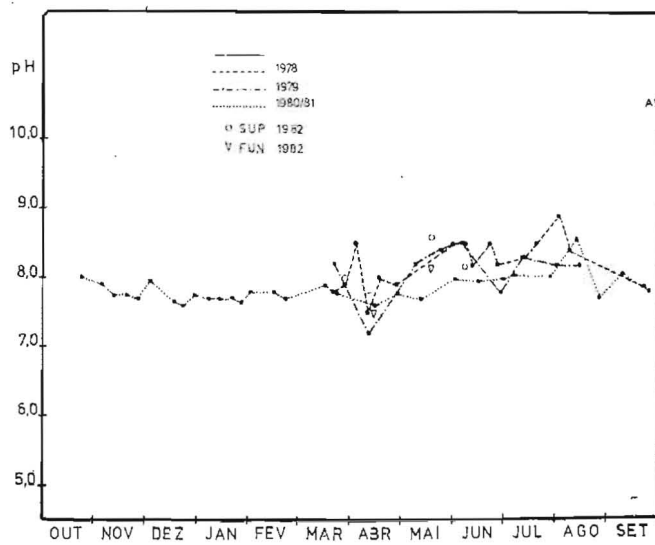
(a)



(b)



(c)



(d)

Fig. 5 — Valores de pH na Lagoa Azul

- a) Estação A1      c) Estação A3  
 b) Estação A2      d) Estação A5

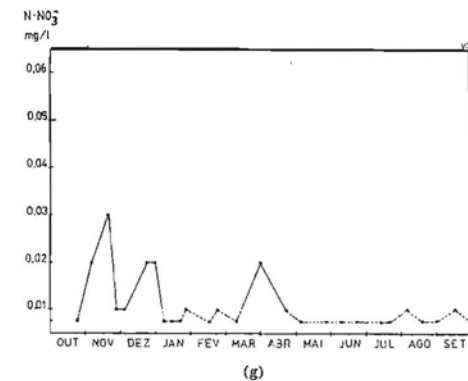
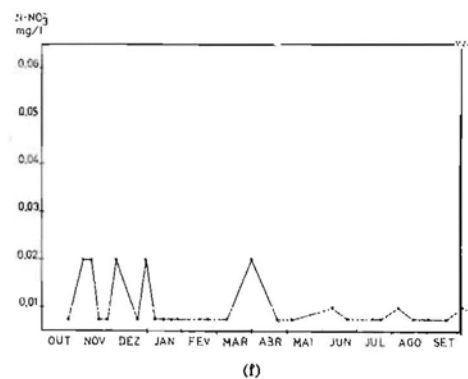
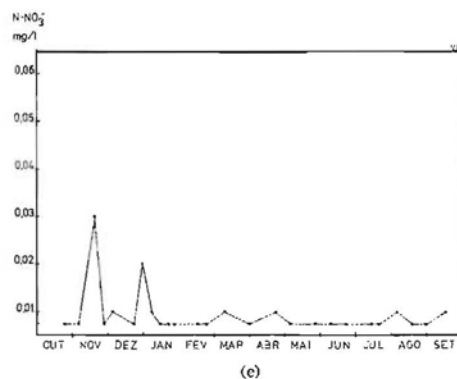
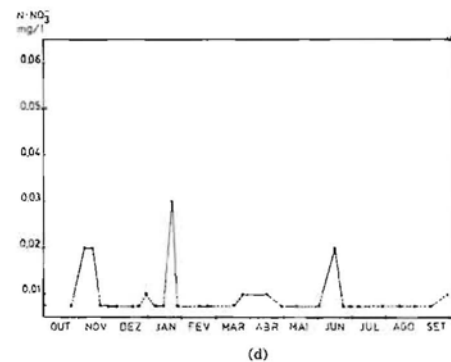
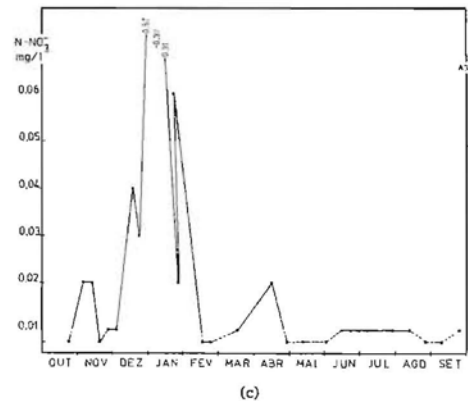
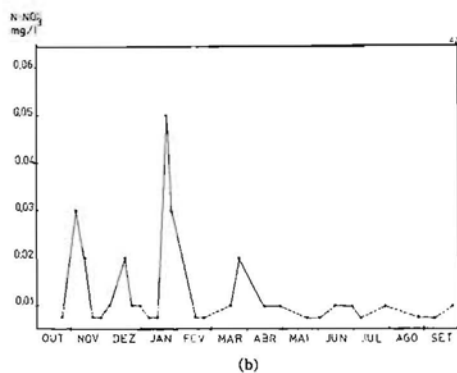
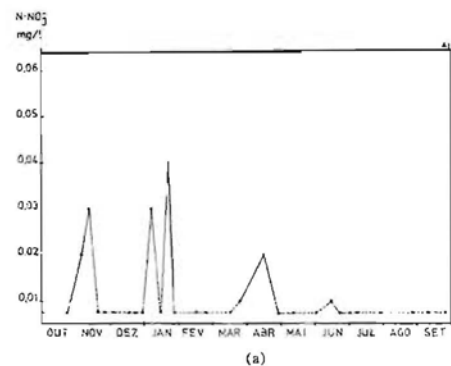
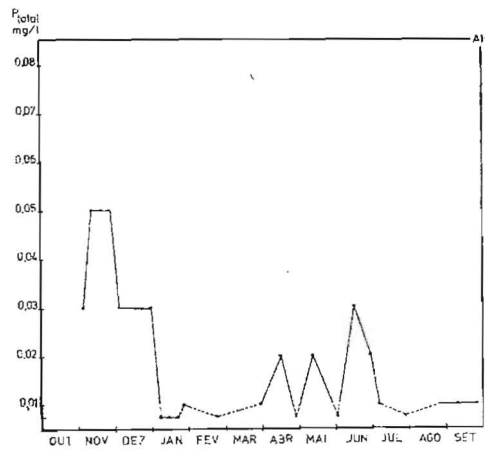
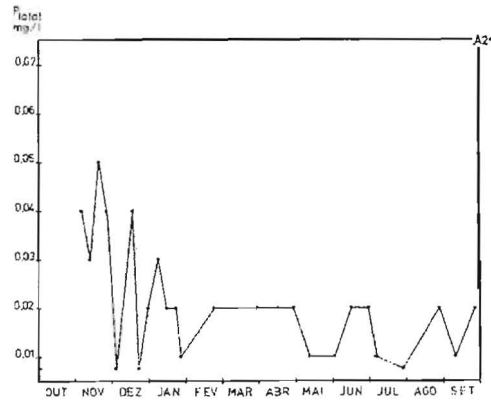


Fig. 6 — Concentração em azoto (nitrato) em 1980/81

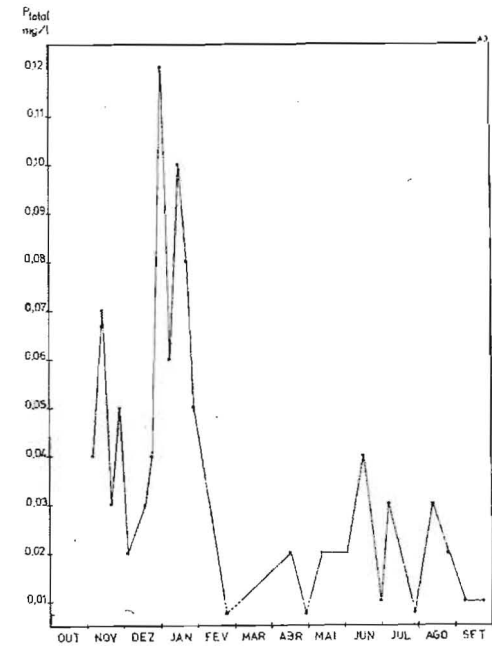
- a) Estação A1
- b) Estação A2
- c) Estação A3
- d) Estação A5
- e) Estação V1
- f) Estação V2
- g) Estação V4



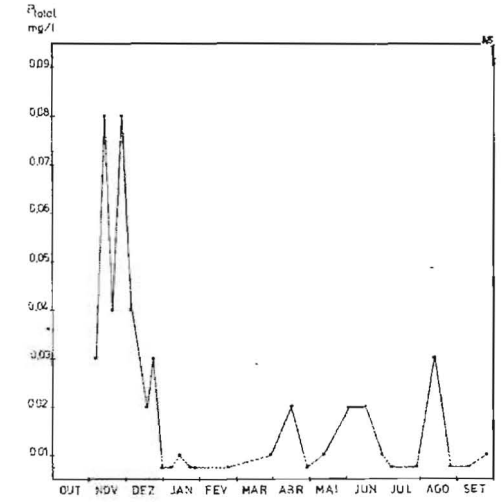
(a)



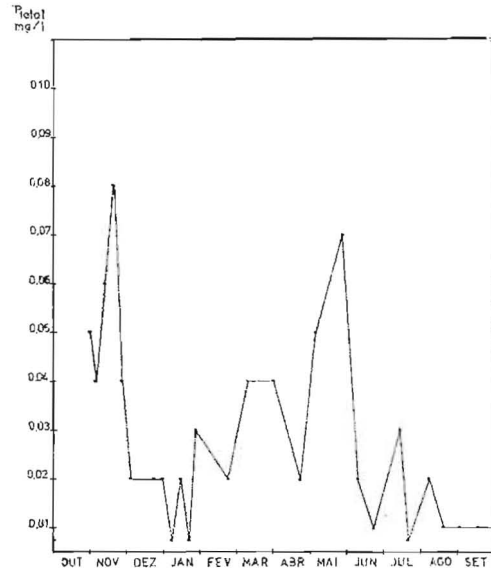
(b)



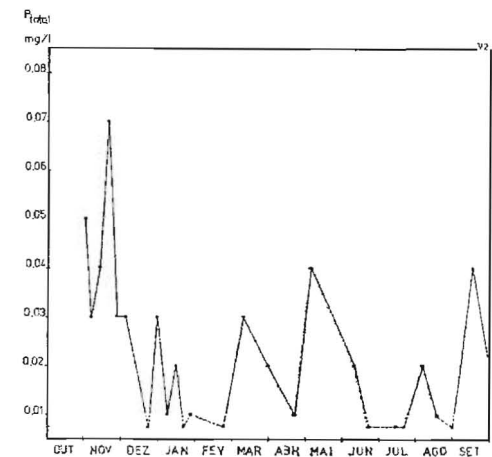
(c)



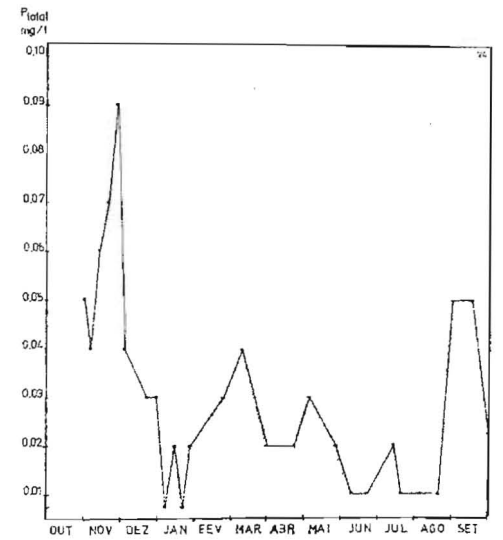
(d)



(e)



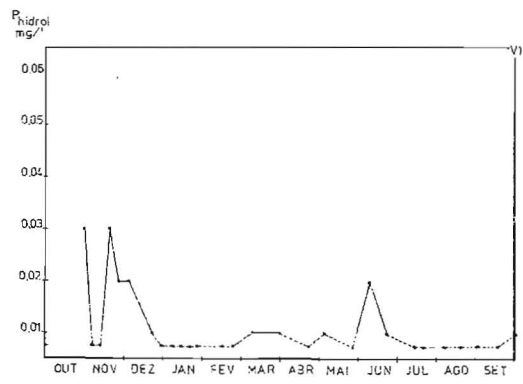
(f)



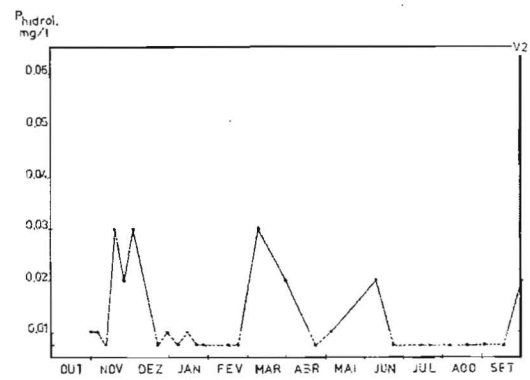
(g)

Fig. 7 — Concentração em Fósforo total em 1980/81

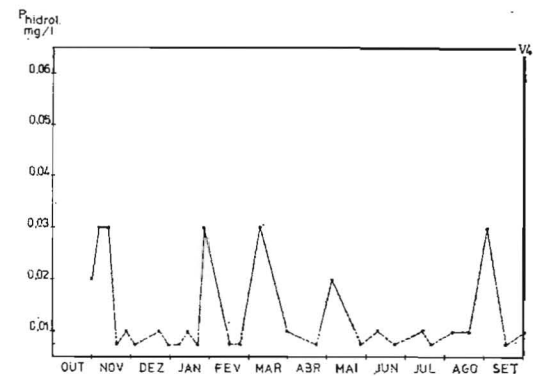
- a) Estação A1
- b) Estação A2
- c) Estação A3
- d) Estação A5
- e) Estação V1
- f) Estação V2
- g) Estação V4



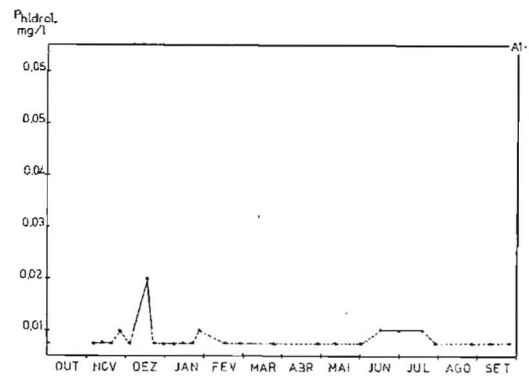
Estação V1



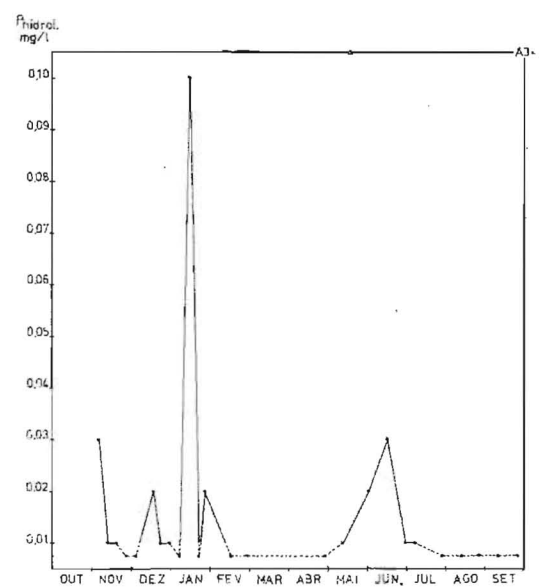
Estação V2



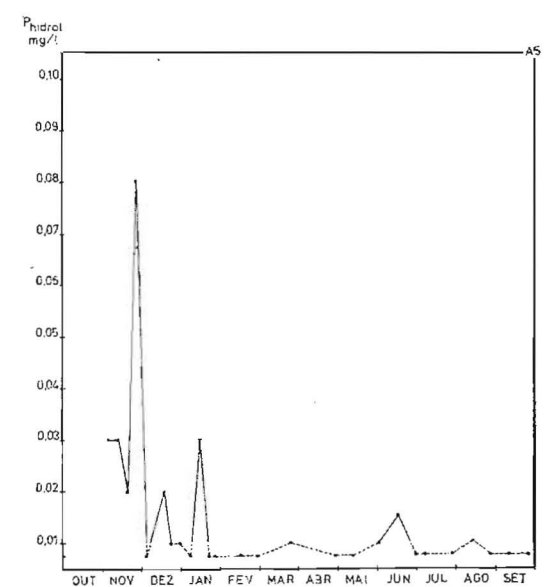
Estação V4



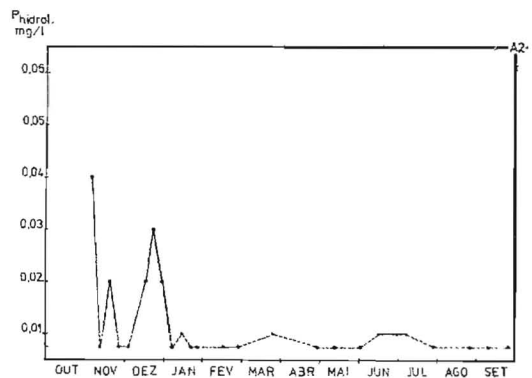
Estação A1



Estação A3



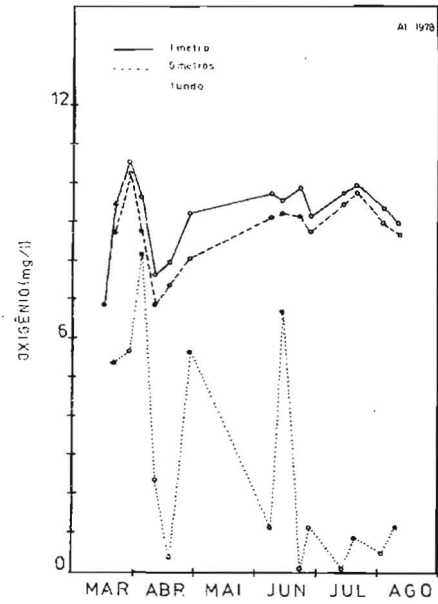
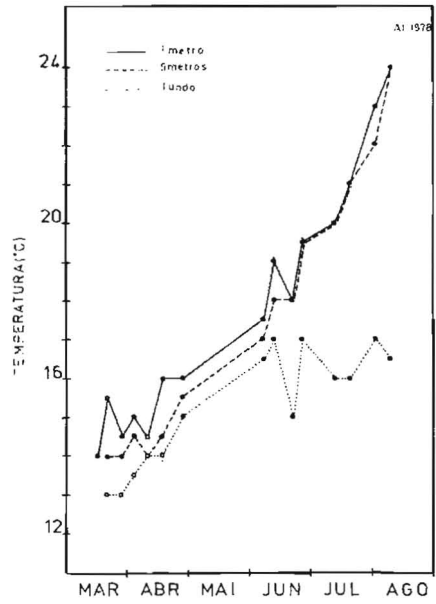
Estação A5



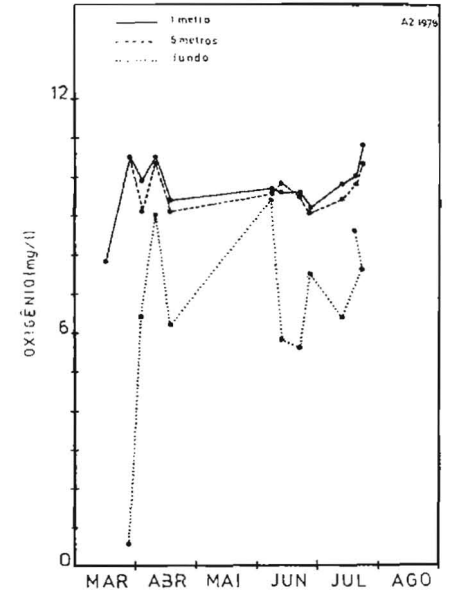
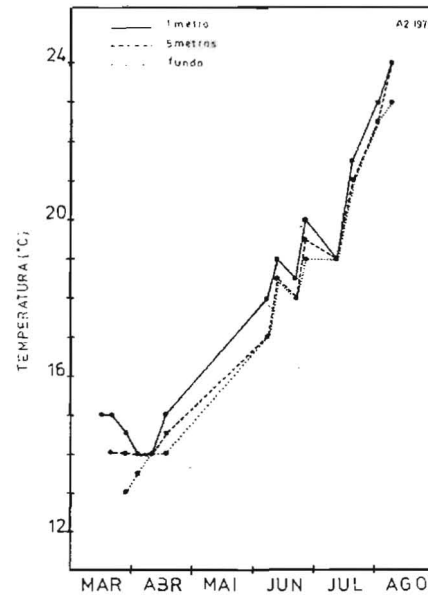
Estação A2

Fig. 8 — Concentração em Fósforo hidrolisável

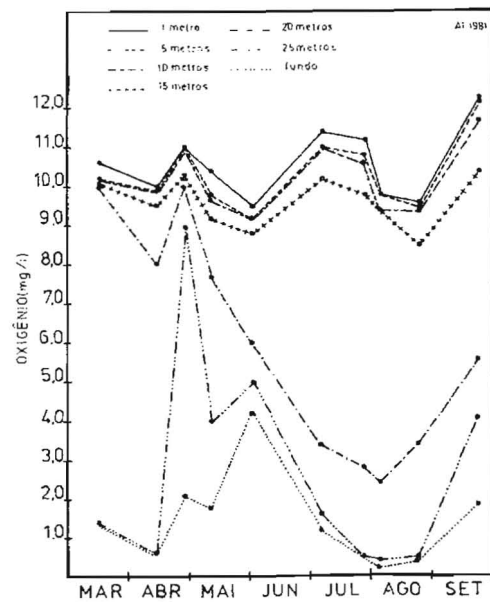
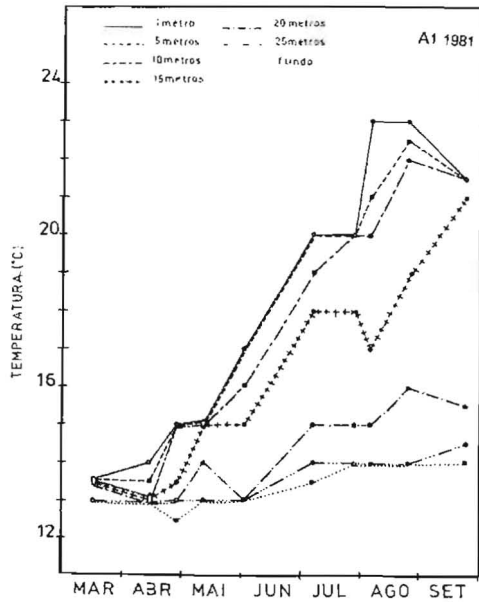
Estação A1 (1978)



Estação A2 (1978)



Estação A1 (1981)



Estação A2 (1981)

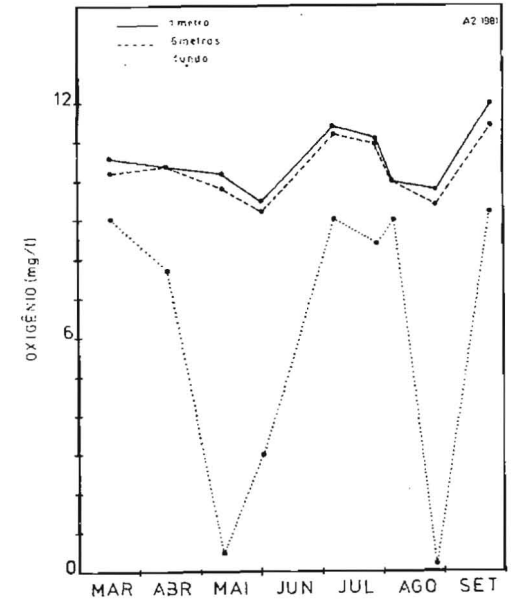
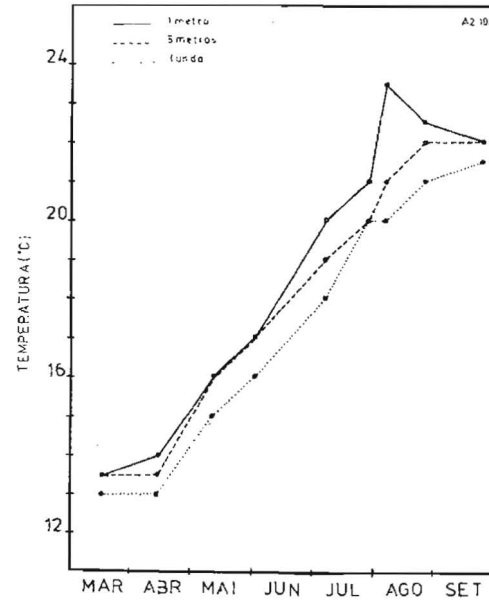
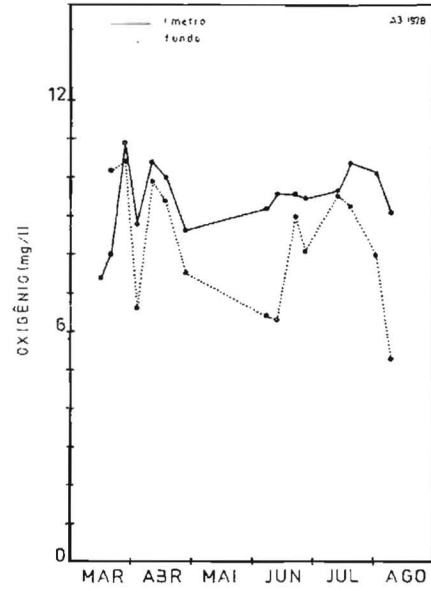
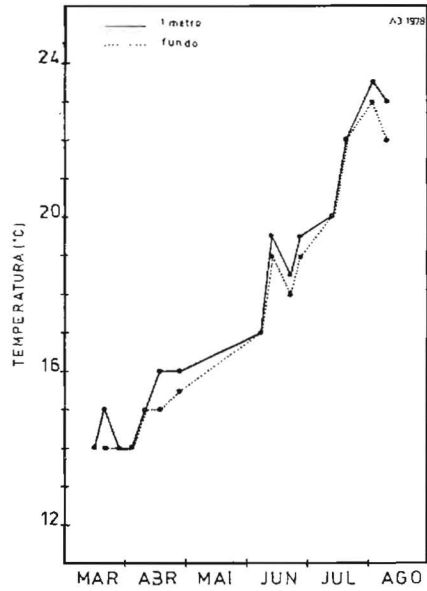
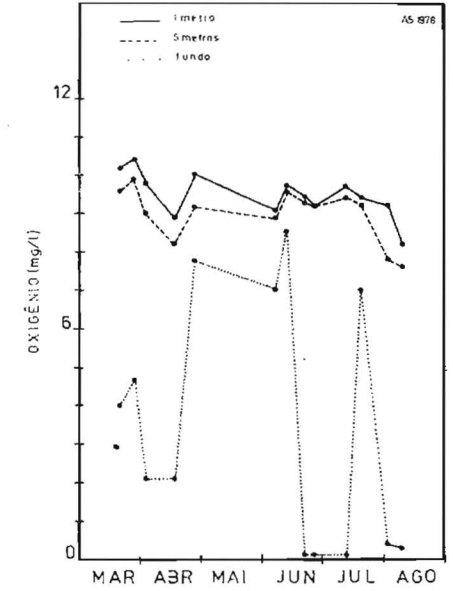
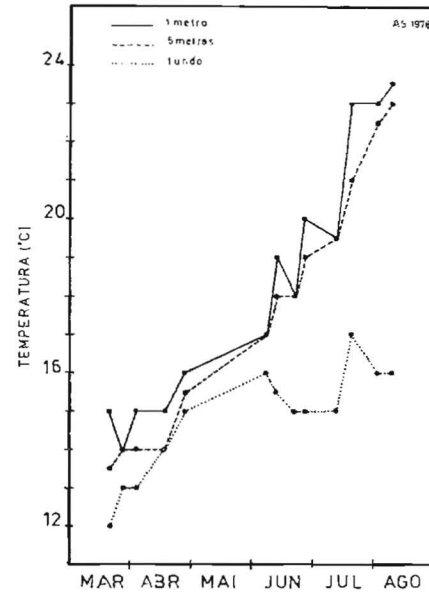


Fig. 9 — Variação da temperatura e do oxigênio dissolvido

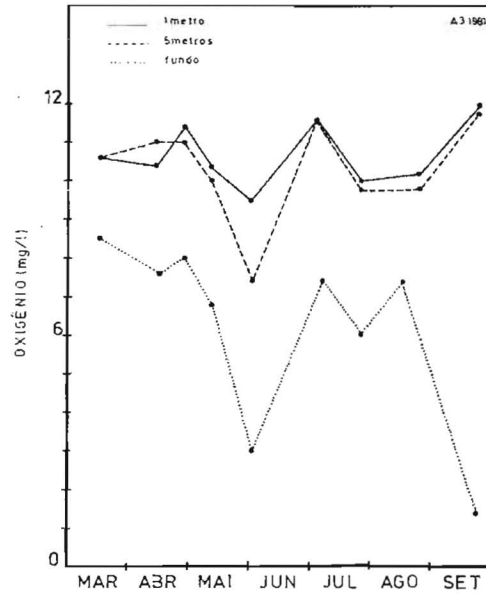
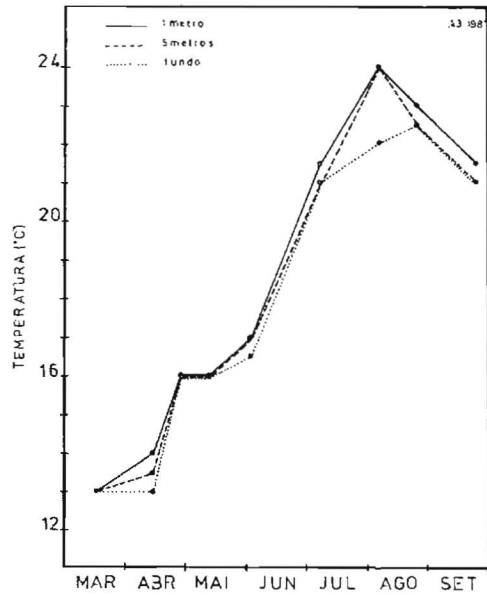
Estação A3 (1978)



Estação A5 (1978)



Estação A3 (1981)



Estação A5 (1981)

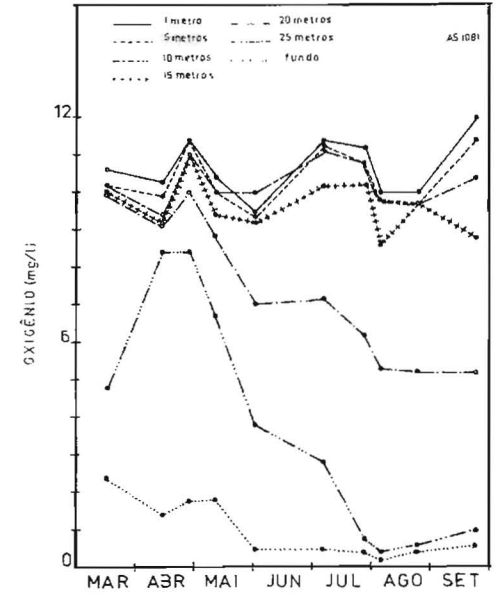
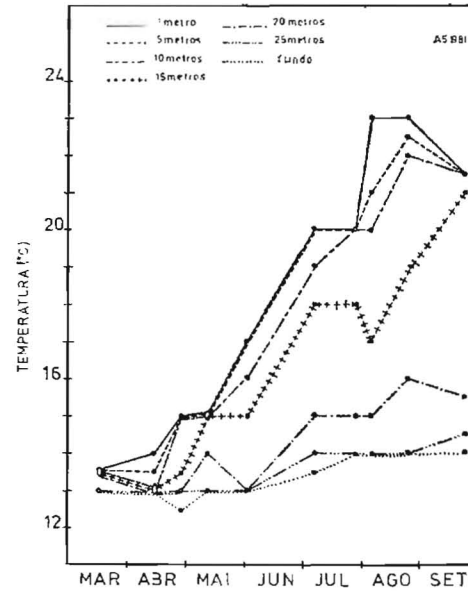
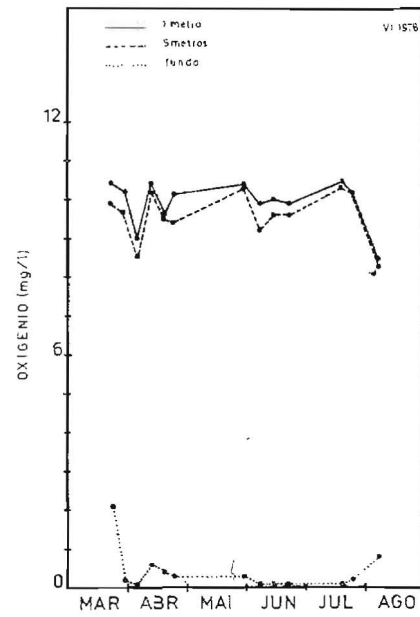
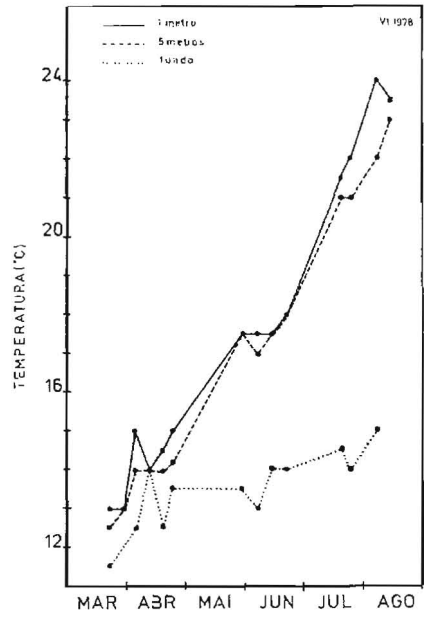
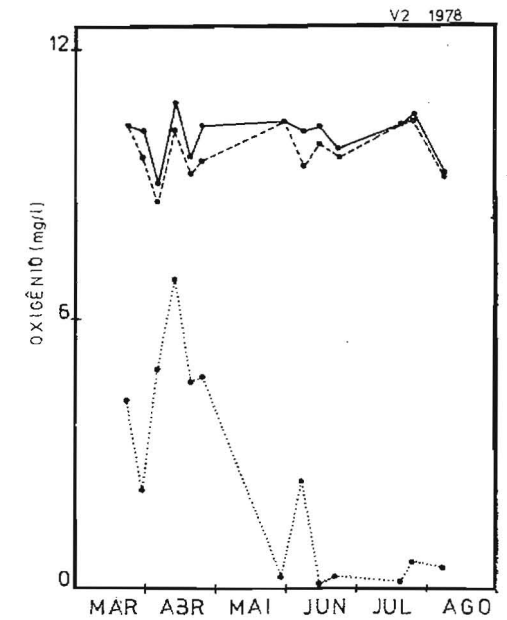
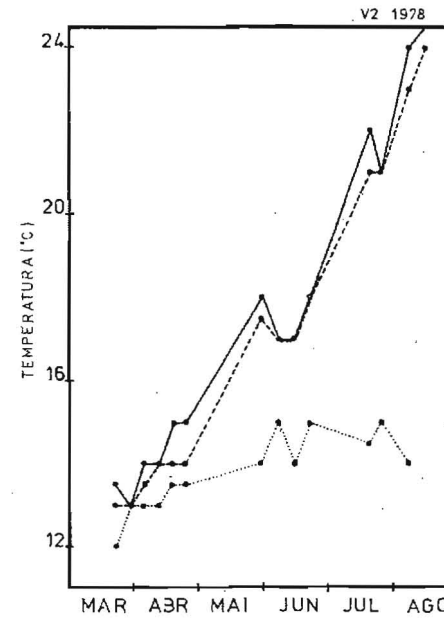


Fig. 10 — Variação da temperatura e do oxigênio dissolvido.

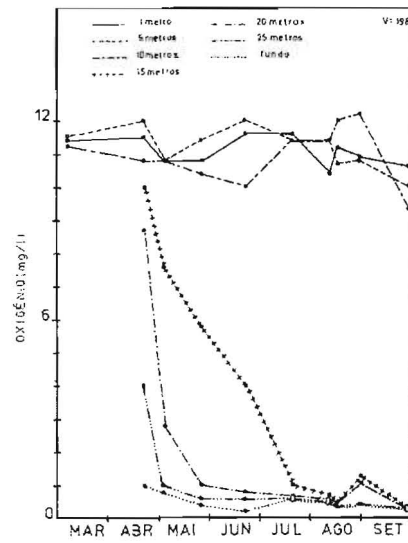
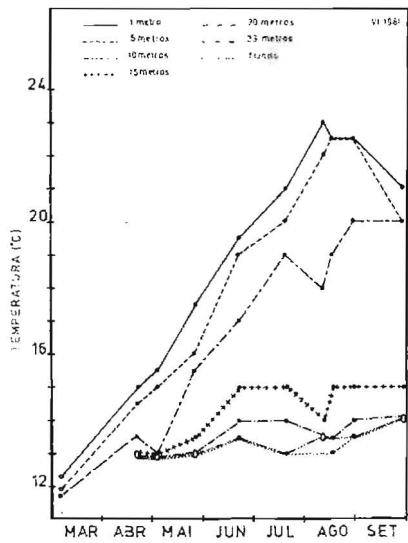
Estação V1 (1978)



Estação V2 (1978)



Estação V1 (1981)



Estação V2 (1981)

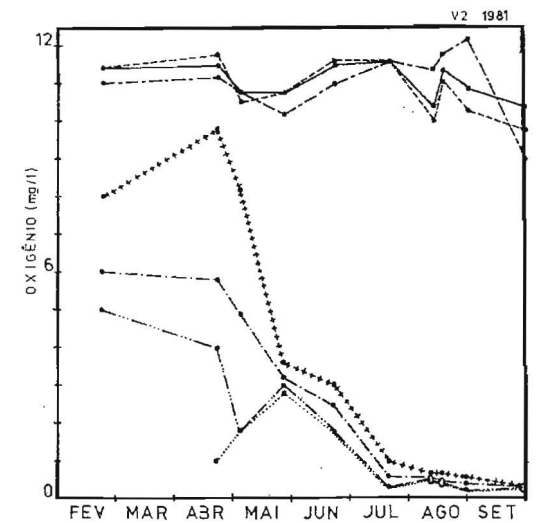
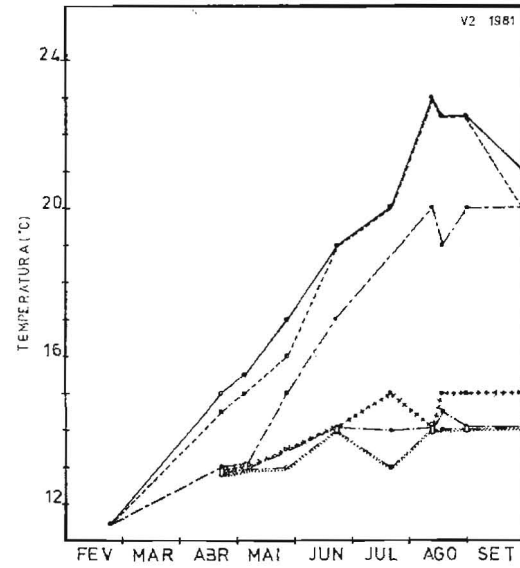
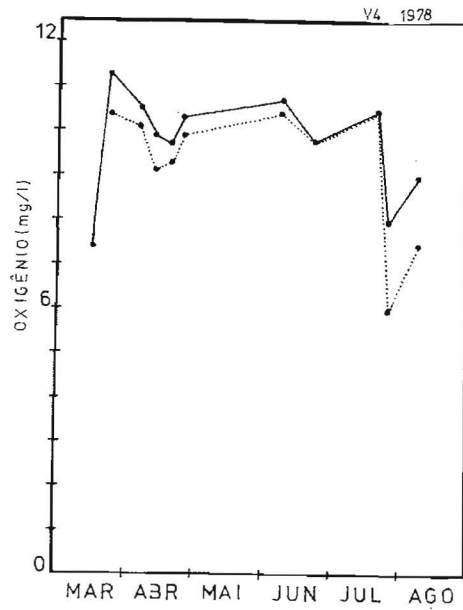
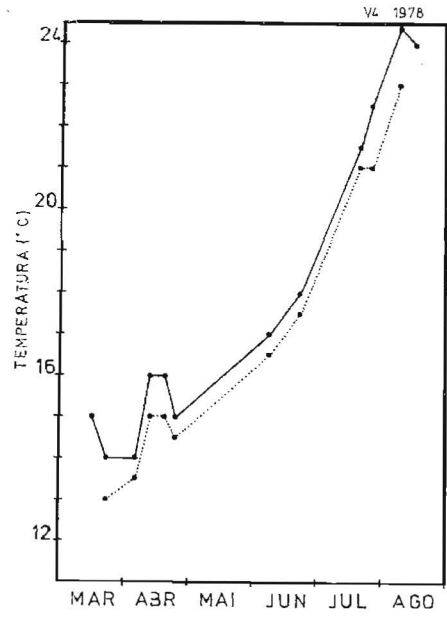
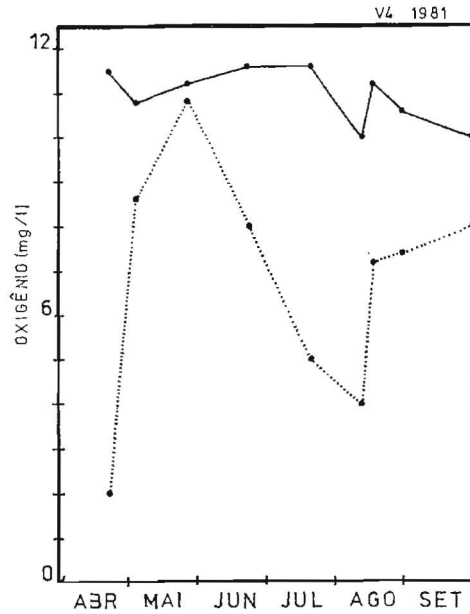
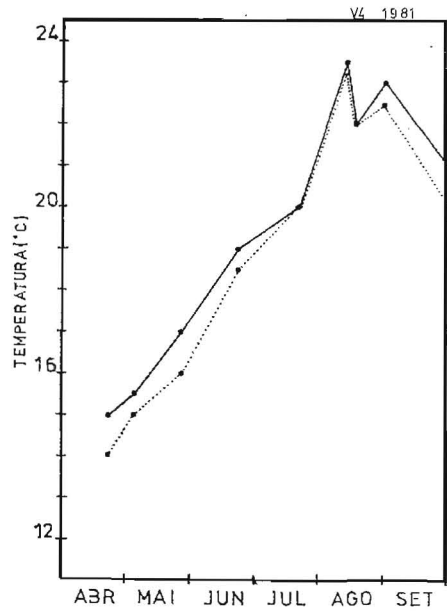


Fig. 11 — Variação da temperatura e do oxigênio dissolvido.

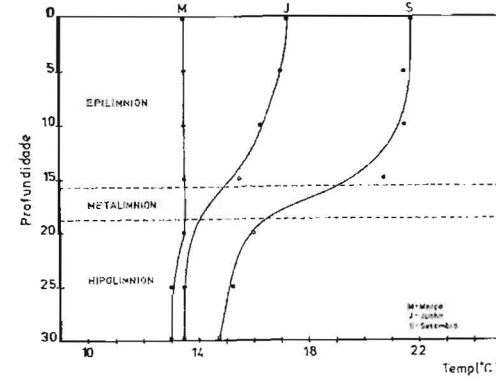
Estação V4 (1978)



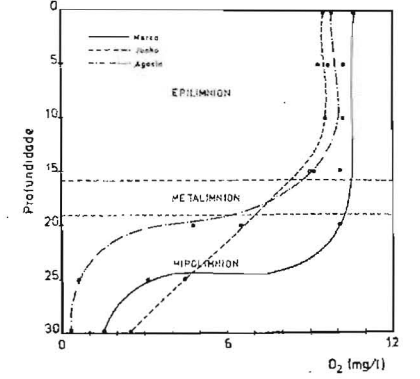
Estação V4 (1981)



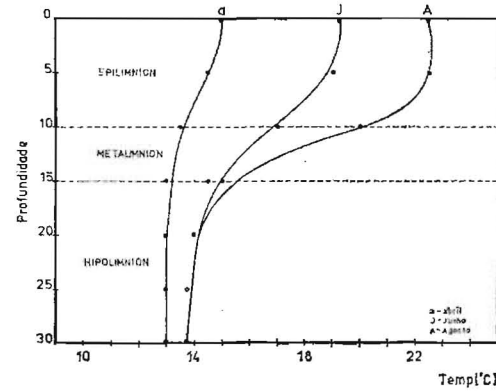
LAGOA AZUL



LAGOA AZUL



LAGOA VERDE



LAGOA VERDE

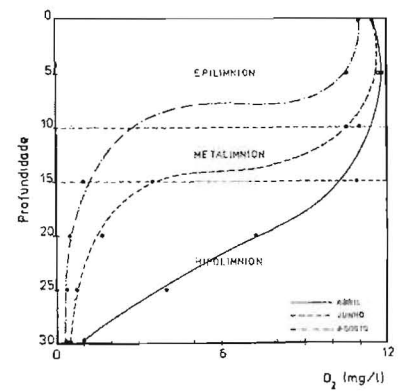


Fig. 13 — Variação da temperatura e do oxigênio dissolvido com a profundidade (1981).

Fig. 12 — Variação da temperatura e do oxigênio dissolvido.

#### 4.2 — *Nitrato*

Os resultados encontram-se na Fig. 6. Verifica-se que os teores são mais elevados no Outono e Inverno (Out.-Abril) do que na Primavera e Verão (Abril-Setembro). Este aumento invernal é provavelmente devido, à drenagem dos compostos azotados dos adubos utilizados nas regiões agrícolas existentes na bacia hidrográfica (DUBOIS e colab., 1976). Desde o mês de Maio as águas aquecem, as populações fitoplanctónicas crescem (MILLERIOUX, 1977) e consomem o azoto nítrico das águas superficiais. Nota-se ainda que tanto na Lagoa Azul (comparando a estação de amostragem perto da vila — A3 — e as restantes) como na Lagoa Verde (comparando a estação perto da ponte — V4 — com as restantes) os teores inverniais de azoto nítrico são tanto maiores quanto mais perto nos encontramos da vila. Localizamos assim a maior fonte da poluição em azoto nítrico nas Lagoas.

Foram ainda determinadas as concentrações superficiais em nitritos cujos valores foram nulos.

#### 4.3 — *Fósforo total, Fósforo hidrolisável, Ortofosfatos*

Os valores obtidos encontram-se nas Figs. 7 e 8.

As determinações dos teores em fósforo foram obtidas a partir da água não filtrada. Os teores em ortofosfatos são na sua maioria nulos sendo da ordem dos 0,005-0,01 mg/l quando existentes, razão por que os não apresentamos.

Os teores em fósforo hidrolisável e total apresentam, novamens, uns valores mais elevados na estação perto da Península (A3). Verifica-se, tal como para o azoto nítrico um decrescimento das concentrações na altura em que aumentam as populações fitoplanctónicas, ou seja, na Primavera e Verão.

É de notar ainda os valores elevados de fósforo total, cujos teores chegam a atingir (em A3) os 0,12 mg/l muito além dos

0,02 mg/l estipulados por SAWYER (1947) como a quantidade necessária para haver florescimento excessivo de algas.

#### 4.4 — *Temperatura e Oxigênio Dissolvido*

Os valores determinados encontram-se nas Figs. 9 a 13.

Verifica-se que as águas da superfície aquecem na Primavera e Verão originando nas zonas mais profundas (onde a ação dos ventos não consegue misturá-las) uma estratificação térmica a partir de Maio-Junho. A temperatura das águas do hipolimnion é da ordem dos 13-14° C enquanto que o epilimnion tem temperaturas que se vão elevando até atingirem os 23-24° C, conforme se pode ver na Fig. 13.

Em Outubro as águas da superfície arrefecem até alcançarem os 13-14° C, altura em que termina a estratificação\*.

Verifica-se que durante a estratificação térmica o hipolimnion fica desprovido de oxigênio. Por outro lado, o epilimnion fica sobressaturado devido à intensa produção de oxigênio pela fotossíntese na zona eufótica. Essa sobressaturação chega a atingir os 140 %. Como já foi referido, estas características indicam a existência de águas muito produtivas, portanto de fraca qualidade.

#### 4.5 — *Transparência, conductividade, cálcio e magnésio*

Foram determinados por várias vezes na Primavera de 1982. Os valores médios obtidos encontram-se na tabela 1. Ressalta o valor baixo da transparência da Lagoa Verde, mostrando o fraco estado das suas águas.

---

\* São Lagoas monomícticas quentes (COLE, 1975).

TABELA 1

*Valores médios de vários parâmetros*

Parâmetro	Valor médio	
	Lagoa Azul (A1)	Lagoa Verde (V1)
Transparência (m)	4,5	1,0
Conductividade ( $\mu$ s)	82	82
Cálcio (mg/l)	2	2
Magnésio (mg/l)	1,2	1,2

## 5 — CONCLUSÕES

Alguns dos parâmetros analisados mostram que a água das Sete Cidades em alguns locais (Lado Sul da Lagoa Verde) é de fraca qualidade.

Na realidade, a desoxigenação das águas, a baixa transparência e os altos teores em fósforo total, são índices de eutrofização quando comparados com o estipulado por SAKAMOTO (VOLLENWEIDER, 1968) ao classificar as águas dos lagos (tabela 2).

TABELA 2

*Classificação dos lagos em função das concentrações de fósforo e azoto totais*

	P Total (mg/l)	N Total (mg/l)
Oligotrófico	0,002-0,020	0,02-0,2
Mesotrófico	0,010-0,030	0,1-0,7
Eutrófico	0,010-0,090	0,5-1,3

Tal facto não admira se atendermos à carga de fósforo que entra na Lagoa (Apêndice A) que se encontra muito próximo do estipulado por VOLLENWEIDER (1974) (Apêndice B). Contudo, com o desaparecimento da «lixreira» da margem da Lagoa Azul (Fig. 3) é natural que a qualidade das águas venha a melhorar.

Por outro lado é ainda necessário determinar vários outros parâmetros para assim ser possível o controle de qualidade das águas das Lagoas das Sete Cidade.

Para avaliar o estado trófico dum lago é necessário atender às múltiplas interações existentes (ver Fig. 14) e por esta razão determinámos vários parâmetros morfológicos, químicos e físicos e biológicos assim como a determinação das várias fontes de poluição.

Assim, será necessário determinar ainda por vários anos:

— parâmetros químicos e físicos

- a) conductividade
- b) alcalinidade
- c) transparência
- d) fósforo total, hidrolisável e ortofosfatos
- e) azoto inorgânico (soma de nitratos, nitritos e amónia).
- f) azoto total

— Características biológicas

- a) clorofila a
- b) determinação do nutriente limitante (o qual supusemos ser o fósforo com base em LEE (1973, 1978), ROHLICH (1969), VOLLENWEIDER (1974) MITCHELL (1972)
- c) ensaios de determinação de algas.

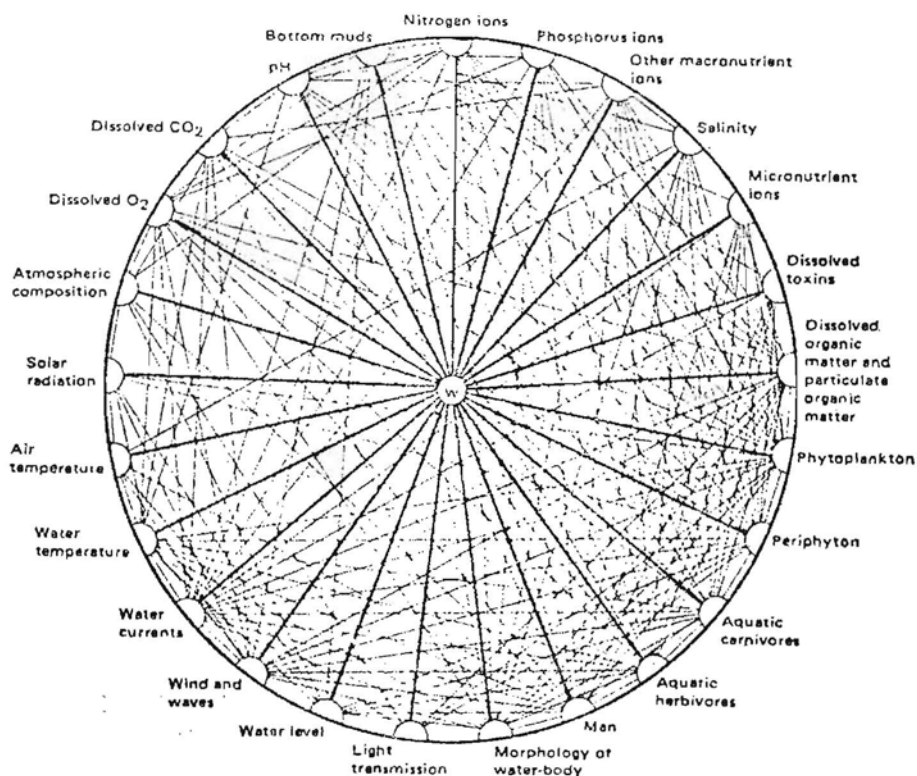


Fig. 14 — Interrelações entre a vegetação aquática e vários factores no seu ambiente (retirado de MITCHELL, 1974).

— Características da carga de nutrientes

- a) fontes pontuais
- b) fontes não pontuais
- c) carga interna (proveniente dos sedimentos. Actualmente em estudo).

Contudo, atendendo aos resultados já obtidos, poder-se-ão começar desde já a tomar certas precauções. Assim, quando possível, o escoamento das águas das Lagoas deve ser reali-

zado na altura em que as concentrações de fósforo e azoto são máximas (antes da Primavera). Por outro lado, seria conveniente a colheita das plantas aquáticas nos períodos de maior crescimento (Apêndice C).

## APÊNDICE A

### *Cargas de fósforo*

A carga de fósforo na Lagoa das Sete Cidades é muito difícil de determinar uma vez que não há fontes pontuais. Assim tivemos de nos basear nos coeficientes de exportação de DILLON e KIRCHNER (VOLLENWEIDER, 1974) para determinarmos a carga de fósforo numa bacia hidrográfica em que a utilização de terra é principalmente em florestas e pastagens.

FONTE	CARGA DE FÓSFORO (g/m <sup>2</sup> ano <sup>-1</sup> )
Bacia hidrográfica	0,040
Chuva	0,040
Lavagens de roupa	desprezável (=10 <sup>-5</sup> )
Campismo	0,002
Pastagem	0,001

## APÊNDICE B

*Cargas de fósforo*

A relação mais utilizada para estabelecer se uma certa carga de fósforo é perigosa ou não para um lago, é a de VOLLENWEIDER (1974).

Para a Lagoa das Sete Cidades a profundidade média total é de 18 m ( $\bar{z}_t$ ).

Por outro lado o tempo de residência ( $\tau_w$ ), atendendo ao volume (V) ( $81 \times 10^6 \text{ m}^3$ ) e ao caudal de escoamento (Q) ( $1,8 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ ), é igual a:

$$\tau_w = \frac{V}{Q} = 40,5 \text{ anos}$$

ou seja

$$\bar{z}_t / \tau_w = 0,44 \text{ m/ano}$$

Portanto a partir da figura B1 verifica-se que uma carga anual superior a  $0,1 \text{ gP/m}^2 \text{ ano}$  não é já desejável.

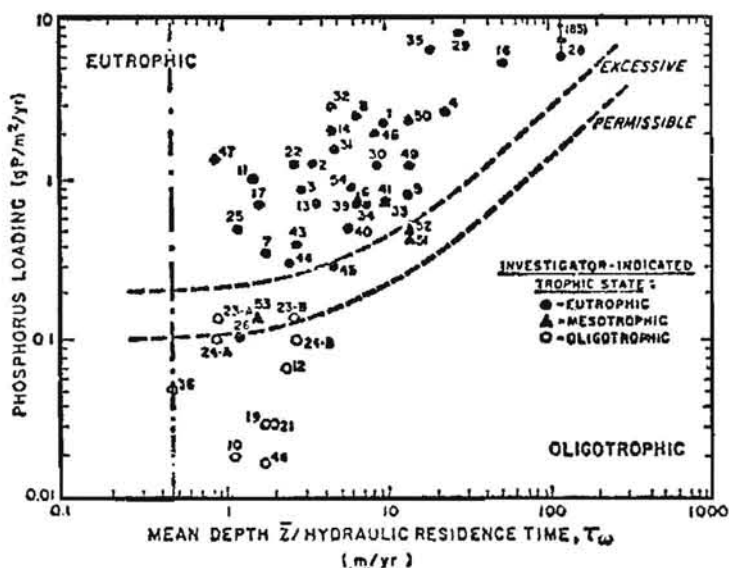


Fig. B.1 — Relações segundo VOLLENWEIDER entre carga de fósforo e razão entre a profundidade média e tempo de residência (retirado de RAS, 1978).

## APÊNDICE C

### *Tratamento dos Lagos*

No caso da Lagoa das Sete Cidades os únicos processos de tratamento aplicáveis, dos mencionados nas ref. LIPTAK (1974), e ROHLICH (1969), são:

- a) *CONTROLE DA EFICÁCIA DE NUTRIENTES NO LAGO*
  - sifonagem das águas profundas e «lavagem» dum lago (SIKOROWA, 1977)
  - destratificação, oxigenação (HESS, 1974)

- Impedindo troca de substâncias nutritivas entre os sedimentos e as águas do fundo
  - . Dragagem
  - . Isolamento do fundo por um filme de substâncias químicas ou outros materiais.

b) *REMOÇÃO DE SINTOMAS DA EUTROFIZAÇÃO*

- Controle do número de peixes
- Controle das populações de plantas e algas
  - . impedindo a penetração da luz solar
  - . controle mecânico (KOOPMAN, 1978; KOEGEL, 1978; YOUNT, 1970)
  - . controle químico (BROWMAN, 1977; COOKE, 1978)
  - . controle biológico.

## BIBLIOGRAFIA

- AGOSTINHO, J., 1960 — «Actividade vulcânica nos Açores», *Açoreana* 5, 4, Angra do Heroísmo.
- AHL, T., 1968 — «Principal features in the chemistry of lake Mälaren. *Eutrophication in large lakes and impoundments, Symposium D'Uppsala*». OCDE, Paris.
- BARROIS, Th., 1896 — «Faune des eaux douces des Açores», *Lille*.
- BASSOW, H., 1976 — «Water pollution chemistry an Experimenter's Sourcebook», Hayden Book Company, Inc., New Jersey.
- BAUMAN, L. R. & SOLTERO, R. A., 1978 — «Limnological Investigation of eutrophic Medical Lake, Washington», *Northwest Science*, Vol. 52 (2), 127.
- BROWMAN, M. G., HARRIS, R. F., ARMSTRONG, D. E., CHESTERS, G., 1977 — «Interaction of soluble phosphate with aluminum hydroxide in lakes», *Technical Report of University of Wisconsin, WIS WRC 77-05*, Springfield.
- COLE, G. A., 1975 — *Textbook of Limnology*, The C. V. Mosby Company, Saint Louis.
- COOKE, D., HEATH, R. T., KENNEDY, R. H. & McCOMAS, M. R., 1978 — «Effects of Diversion and Alum Application on Two Eutrophic Lakes», *Technical Report of Environmental Protection Agency, EPA 600/3-78-033*.
- DALE, H. M. & GILLESPIE, T., 1977 — «Diurnal fluctuations of temperature near the boton of shallow water bodies as effected by solar radiation, botton color and water circulation», *Hydrobiologia*, Vol. 55 (1), 87.
- DUBOIS, J. P. & SCHETTY, O., 1977 — «Evolution de l'état sanitaire de la baie d'Auvernier (lac de Neuchâtel) de 1962 à 1973», *Bull. Soc. Neuchâtel, Sci. nat.*, 1.
- FRIES, M., 1968 — «Organic sediments and radiocarbon dates from crater lakes in the Azores», *Geologiska Foreningens i Stockolm Förbandlingar*, Vol. 90, pp. 360-368.

- FRUH, E. G., STEWART, K. M., LEE, G. F. & ROHLICH, G. A., 1966 — «Measurements of Eutrophication and trends», *Journal WPCF*, Vol. 38 (8), 1237.
- HALL, J. A. & MORRISON, J. W., 1978 — «Environmental Studies», Arco Publishing Company, Inc., New York.
- HASLER, A. D., 1947 — «Eutrophication of lakes by domestic drainage», *Ecology*, Vol. 28, 383.
- HESS, L., 1974 — «The effect of the first year of artificial hypolimnion aeration on oxygen, temperature and depth distribution of Rainbow Trout (*Salmo gairdneri* Richardson) in Spruce Knob Lake», *W. Va. Dept. Nat. Res.*, D-J Report, Proj. F-19-R, 176.
- KOEGEL, R. G., LIVERMORE, D. F., BRUNN, H. D., 1978 — «Improvement and evolution of techniques for the mechanical removal and utilization of excess aquatic vegetation», *Technical Report of National Science Foundation*, NSF/RA-780249, Washington DC.
- KOOPMAN, B. L., 1977 — «Mechanical harvesting: its new role in controlling Water-blooms», *College of Engineering and School of Public Health, University of California*, Berkeley.
- LEE, G. F., 1973 — «Role of phosphorus in eutrophication and diffuse source control», *Water Research Pergamon Press*, Vol. 7, 111.
- LEE, G. F., RAST, W. & JONES, R. A., 1978 — «Eutrophication of water bodies: Insights for an age-old problem», *Environmental. Sci. Technol.* Vol. 12 (8), 90.
- LIPTÁK, B. G. (editor), 1974 — «Environmental Engineers' Handbook», Chilton Book Company, Radnor.
- Methods for Chemical Analyses of Water and Wasters*, 1974 — U.S. EPA, EMSL, Cincinnati.
- MILLERIOUX, G & RESTITUTO, F., 1976 — «Projet alpin O.C.D.E. pour la lutte contre l'eutrophisation. Lacs du Missif Central Français IV. Le Lac D'Aydat, interrelations entre paramètres», *Ann. Stat. Biol. Besse-en-chandesse*, 192.
- MITCHELL, D. S. (editor), 1974 — «Aquatic vegetation and its use and control», UNESCO, Paris.

- MITCHEL, R., 1972 — «Water pollution microbiology», John Wiley & Sons, Inc., New York.
- PESSON, P., 1976 — «La pollution des eaux continentales», Gauthier-Villars, Lontreuil.
- RAST, W. & LEE, G. F., 1978 — «Summary Analysis of the North American (U.S. Portion) OECD Eutrophication project: Nutrient Loading-Lake Response Relationships and trophic State Indices», *Technical Report of Environmental Protection Agency*, EPA 600/3-78-008, Corvallis.
- RESTITUITO, F. & LAIR, N., 1976 — «Projet alpin O.C.D.E. pour la lutte contre l'eutrophisation. Lacs du Massif Central français. III. Le lac Pavin, interrelations entre paramètres. *Ann. Stat. Biol. Besse-en-chandesse*, 146.
- ROHLICH, G. A., 1969 — «Eutrophication: Causes, consequences, correctives», *Proceedings of a Symposium*, National Academy of Sciences, Washington DC.
- SAWYER, C. N., 1966 — «Basic concepts of eutrophication», *Journal W.P.C.F.*, Vol. 38 (5), 737.
- SIKOROWA, A., 1977 — «Possibilities of protection against excessive eutrophication of the lakes using the method of the renewal of hypolimnion waters», *Pol. Arch. Hydrobiol.*, Vol. 24 (1), 123.
- S.R.E.S., 1971-1980 — Mapas do nível da Lagoa das Sete Cidades da Secretaria Regional do Equipamento Social, Direcção de Obras Públicas, Secção de Hidráulica, Ponta Delgada.
- Standard Methods for the examination Water and Wastewater*, 1975 — 14th ed. APHA, AWWA, WPCF, New York.
- VOLLENWEIDER, R. A. — «The scientific basis of lake and stream eutrophication, with particular reference to phosphorus and nitrogen as eutrophication factors», *Tech. Rep. OECD*, DAS/CSI/68, Paris, 1968.
- VOLLENWEIDER, R. A. & DILLON, P. J., 1974 — «The application of the phosphorus Loading Concept to eutrophication research», *Publications of the Environmental Secretariat, NRC Associate Committee on Scientific Criteria for Environmental Quality*, NRCC N° 13690, Ottawa.
- YOUNT, J. L. & CROSSMAN, R. A. — «Eutrophication Control by plant harvesting», *Journal W.P.C.F.*, Vol. 42 (5), part 2, 173. 1970.